

Respons Pertumbuhan Lada Perdu terhadap Pemberian Dosis Pupuk Kandang Sapi dan Mikoriza

(Growth Response of Shrub Pepper to Application of Doses of Cow Manure and Mycorrhiza)

Fahri Ali^{1)*}, Mochammad Arif Subechan¹⁾, Bagus Prasetya¹⁾

¹⁾ Program Studi Agroteknologi Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen Jl. Kusuma No.75 Kebumen Jawa Tengah Telp. (0287) 6601209 Kode Pos 54316

E-mail: fahrialiagro@gmail.com

ABSTRACT

Shrub pepper is a potential commodity to be cultivated under coconut trees of coastal sand. The problems are coastal sand generally not support plant to grow well, because of low of nutrition, organic matter, water holding capacity, soil fertility and high salinity. The aims of the research were to study the effect of mycorrhiza and cow manure doses on vegetatif growth of shrub pepper, and to study interaction between mycorrhiza and cow manure doses effect on vegetatif growth of shrub pepper. This experiment used Factorial Randomized Complete Blocks Design (RCBD) which consist 2 factors, first factor was doses of cow manure ($P_1 = 5 \text{ kg.crop}^{-1}$), ($P_2 = 10 \text{ kg.crop}^{-1}$) and ($P_3 = 15 \text{ kg.crop}^{-1}$). Second factor was doses of mycorrhiza ($M_0 = \text{without mycorrhiza/control}$), ($M_1 = \text{mycorrhiza } 10 \text{ spore.crop}^{-1}$) and ($M_2 = \text{mycorrhiza } 20 \text{ spore.crop}^{-1}$). Data obtained were analyzed with F test, and were continued with DMRT at 5 percent when significant. Results showed that mycorrhiza doses not affected the addition number of leaves, internodes and laterals, this can be explained there was endogenous mycorrhiza in the soil used based on colonization of mycorrhiza test (M_0 21,07%; M_1 23,84% and M_2 16, 73%). The effect of cow manure doses to addition number of leaves, internodes and laterals gave the same response, it's caused all cow manure doses can supply nutrition for vegetative growth of shrub pepper based on the content of chlorophyll (P_1 89,20; P_2 77,76 and P_3 80,94 mg.l^{-1}). There was no interaction between mycorrhiza and cow manure doses on all of observed variables.

Keywords: Coastal sand, coconut, colonization, pepper, vegetative

Diterima: 9 Juli 2017 / Disetujui: 12 September 2017 / Diterbitkan: 6 Oktober 2017

PENDAHULUAN

Masyarakat sekitar pantai Desa Surejan, Kecamatan Puring, Kabupaten Kebumen, mempunyai aset lahan perkebunan kelapa di lahan pasir pantai yang cukup luas. Aset tersebut adalah lahan di bawah tegakan kelapa lahan pasir pantai dan petani hingga saat ini belum menemukan komoditas tepat yang dapat menghasilkan atau mempunyai nilai ekonomi tinggi. Untuk meningkatkan kesejahteraan petani perlu dicari komoditas yang tepat, mempunyai nilai ekonomi tinggi dan tidak mengganggu tanaman kelapa.

Lada perdu merupakan komoditas yang potensial untuk dibudidayakan di bawah tegakan kelapa karena toleran terhadap naungan dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Penanaman lada perdu di bawah tegakan kelapa dapat dilakukan karena lada tergolong tanaman yang adaptif di

bawah naungan sehingga dapat tumbuh dengan baik di bawah intensitas radiasi surya 50%-75% (Wahid, 1996). Berdasarkan karakter fisiologinya lada tergolong tanaman yang adaptif terhadap naungan karena mempunyai lintasan fotosintesis C3. Oleh karena itu, lada perdu termasuk dalam kelompok tanaman lindung (*scyophit*), yaitu tanaman yang dapat tumbuh baik dalam keadaan ternaungi.

Fungsi agronomi sistem tumpangsari dengan tanaman tahunan dapat berjalan seperti yang diharapkan (produksi atau pendapatan) apabila cahaya cukup tersedia. Namun demikian, tajuk pohon seringkali menghalangi cahaya yang seharusnya diterima oleh tanaman budidaya (Purnomo, 2007). Karakteristik lain cahaya dalam sistem tumpang sari dengan tanaman tahunan adalah kuantitas yang tidak konstan karena gerakan tajuk oleh angin, perkembangan dan sebaran daun dalam tajuk yang tidak merata serta sifat pertumbuhan (meranggas atau tidak).

Oleh karena itu, pengembangan tanaman dalam sistem tumpangsari dengan tanaman tahunan harus memperhatikan sifat ketahanan tanaman terhadap intensitas cahaya rendah. Pada kebanyakan tanaman, kemampuan tanaman dalam mengatasi cekaman intensitas cahaya rendah tergantung kepada kemampuannya melanjutkan fotosintesis dalam kekurangan cahaya, sebagaimana dilaporkan beberapa peneliti sebelumnya. Hale & Orcutt (1987), menjelaskan bahwa adaptasi tanaman terhadap intensitas cahaya rendah melalui dua cara, yaitu (a) peningkatan luas daun untuk mengurangi penggunaan metabolit dan (b) mengurangi jumlah cahaya yang ditransmisikan dan yang direfleksikan. Levitt (1980), menggolongkan adaptasi tanaman terhadap naungan melalui dua mekanisme : mekanisme penghindaran (*avoidance*) dan mekanisme toleransi (*tolerance*). Mekanisme penghindaran berkaitan dengan perubahan anatomi dan morfologi daun untuk memaksimalkan penangkapan cahaya dan fotosintesis yang efisien, seperti peningkatan luas daun dan kandungan klorofil b, serta penurunan tebal daun, rasio klorofil a/b, jumlah kutikula, lilin, bulu daun dan pigmen antosianin.

Permasalahan lain dari lahan pasir pantai adalah umumnya mempunyai sifat yang kurang baik bagi pertumbuhan tanaman, dengan kadar hara dan bahan organik rendah, kapasitas menahan air yang rendah, kesuburan rendah dan kandungan salinitasnya tinggi. Oleh karena itu, lahan semacam ini mempunyai kemampuan rendah dalam menyimpan air. Hal ini disebabkan oleh ruang pori makro yang dimiliki pada lahan pasir pantai mendominasi volume tanahnya, sehingga memberikan udara lebih banyak dan akan mempercepat proses pengeringan.

Untuk menggunakan lahan pasir pantai sebagai lahan pengembangan lada di lahan pasir pantai diperlukan perbaikan sifat fisik, kimia dan biologinya. Beberapa bahan pembenah tanah dapat digunakan untuk memperbaikinya antara lain bahan organik dan mikroorganisme.

Bahan organik berfungsi untuk meningkatkan kesuburan fisika, kimia dan kesuburan biologi. Pemberian bahan organik dapat memperbaiki temperatur dan lingkungan organisme tanah (Charoulis *et al.*, 2005), memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ketersediaan air. Dekomposisi bahan organik menghasilkan humus yang memiliki luas permukaan dan kemampuan

absorpsi lebih besar dari lempung. Agregasi tanah dapat memperbaiki tata udara dan air tanah yang baik, sehingga aktivitas mikroorganisme dapat optimal (Syukur, 2005). Atmojo (2003) juga mengatakan bahwa penambahan bahan organik akan meningkatkan kapasitas pertukaran kation dan pH tanah.

Mikroorganisme seperti mikoriza berpotensi digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah di lahan pasir pantai. Manfaat mikoriza diantaranya adalah (1) membantu meningkatkan status hara tanaman, (2) meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, penyakit dan kondisi tidak menguntungkan lainnya, (3) mikoriza juga dapat memproduksi hormon dan zat pengatur tumbuh, (4) memperbaiki struktur tanah, dan (5) dapat memperbaiki lahan yang kritis. Jamur ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman yang ditanam pada lahan-lahan marjinal serta ketahanan tanaman terhadap penyakit bawaan tanah (Al-karaki *et al.*, 2004).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di bawah tegakan kelapa lahan pasir pantai Desa Surorejan, Kecamatan Puring, Kabupaten Kebumen. Waktu penelitian selama 4 bulan dimulai bulan Mei 2017 sampai September 2017. Penelitian ini merupakan percobaan faktorial 3 x 3 dengan menggunakan Rancangan lingkungan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga ulangan. Faktor yang diuji yaitu dosis pupuk kandang sapi dan mikoriza. Dosis pupuk kandang sapi terdiri atas: 5, 10, dan 15 kg.tanaman⁻¹. Sedangkan dosis mikoriza terdiri atas: 0, 10, dan 20 spora.tanaman⁻¹. Variabel yang diamati yaitu penambahan () jumlah daun, ruas dan cabang, bobot kering tanaman, persentase kolonisasi mikoriza dan kandungan klorofil total tanaman lada perdu sampai umur lada 4 bulan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji F, jika nyata dilanjutkan dengan *DMRT* pada taraf 5%.

Pembibitan lada menggunakan media tanam tanpa sterilisasi terlebih dahulu. Umur 2,5 bulan bibit lada dipindah tanamkan ke lahan di bawah tegakan kelapa berumur \pm 15 tahun. Jarak tanam yang digunakan 1,5 x 1 meter dengan ukuran lubang tanam panjang dan lebar 40 cm, dengan kedalaman 40 cm. Pemupukan dilakukan hanya menggunakan pupuk dasar NPK (15-15-15) dengan dosis 600 gram.tanaman⁻¹ yang diberikan satu minggu sebelum tanam dengan cara diaduk dengan pupuk kandang sapi pada lubang tanam. Jenis mikoriza yang digunakan dari genus *Glomus* dan *Gigaspora* dengan jumlah spora \pm 1,3 spora.gram⁻¹. Waktu inokulasi bersamaan dengan penanaman bibit lada dengan cara menaburkan mikoriza pada akar lada perdu. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan menyiram setiap seminggu sekali.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : lahan di bawah tegakan kelapa lahan pasir pantai, bibit lada berumur 2,5 bulan, mikoriza, pupuk NPK (15-15-15), pupuk kandang sapi, aseton, aquades, asam laktat, HCl, KOH, glycerol, dan methylene blue. Alat-alat yang digunakan

antara lain: oven, spektrofotometer, timbangan (max. 25 kg), timbangan analitik, mistar, mikroskop, dan kamera.

Kandungan klorofil daun diperoleh dengan cara mengambil satu sampel daun per unit perlakuan yang sudah tumbuh optimal kemudian dianalisis dengan metode fitokimia. Kolonisasi terhadap FMA pada akar dihitung berdasar “*present and absent*” struktur mikoriza (McGonigle *et al.*, 1990) dalam akar yang telah diwarnai dengan *Trypan blue* sesuai modifikasi metode Phillips & Hayman (1970).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan inokulasi mikoriza tidak berpengaruh terhadap penambahan jumlah daun, jumlah ruas dan jumlah cabang tanaman lada (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh inokulasi mikoriza terhadap penambahan jumlah daun (helai), penambahan jumlah ruas (ruas) dan penambahan jumlah cabang (cabang)

| Perlakuan dosis mikoriza | Variabel yang diamati | | |
|---|-----------------------|-------------|---------------|
| | jumlah daun | jumlah ruas | jumlah cabang |
| 0 spora.tanaman ⁻¹ (kontrol) | 6,56 a | 6,94 a | 2,17 a |
| 10 spora.tanaman ⁻¹ | 5,17 a | 5,20 a | 1,72 a |
| 20 spora.tanaman ⁻¹ | 7,52 a | 7,94 a | 3,83 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji *DMRT* pada taraf 5%

Inokulasi mikoriza yang tidak berpengaruh terhadap penambahan jumlah daun, jumlah ruas dan jumlah cabang tanaman lada disebabkan karena tanah yang digunakan dalam percobaan secara alami mengandung mikoriza atau media tanam yang digunakan untuk pembibitan lada tidak disterilisasi terlebih dahulu sehingga masih terdapat propagul indigenous yang ternyata masih aktif. Rokhminarsi (2007) melaporkan adanya infeksi jamur pada tanaman tomat ceri yang tidak diberi mikoriza karena media tanam yang digunakan tidak disterilisasi terlebih dahulu. Cahyani (2009) juga melaporkan intensitas infeksi FMA tertinggi pada kedelai yang di tanam pada tanah tanpa sterilisasi terlebih dahulu.

Keberadaan mikoriza indigenous pada media tanam yang digunakan dalam percobaan dapat dilihat dari persentase kolonisasi FMA pada tanaman kontrol (Tabel 2). Mikoriza arbuskula dapat ditemukan hampir pada sebagian besar tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. FMA banyak dijumpai pada tanah dengan kadar mineral tinggi, hutan primer, hutan sekunder, kebun, padang alang-alang, pantai dengan salinitas tinggi, dan lahan gambut (Soelaiman & Hirata, 1995). Namun ada faktor-faktor tertentu yang membedakan kandungan dan tingkat

populasi serta komposisi jenis mikoriza arbuskula misalnya karakteristik tanaman, selain itu suhu, pH tanah, kelambaban tanah, kandungan N dan P serta tingkat konsentrasi logam berat (Kartika *et al.*, 2012).

Tabel 2. Pengaruh inokulasi mikoriza terhadap kolonisasi FMA (%)

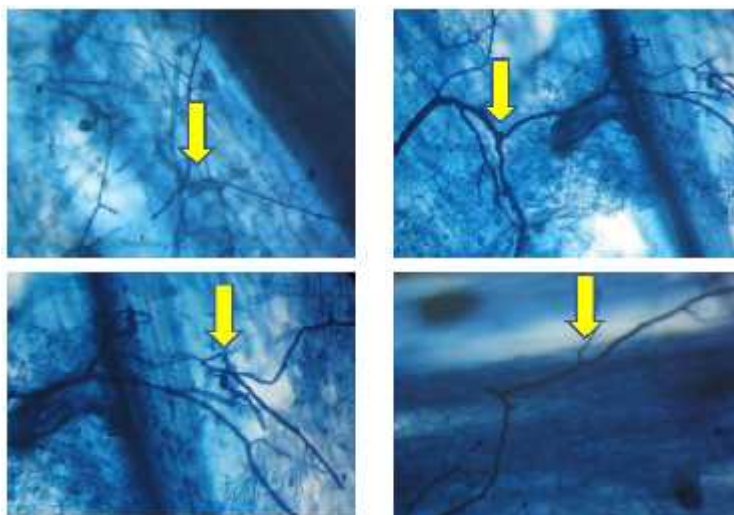
| Perlakuan dosis mikoriza | Variabel yang diamati |
|---|-----------------------|
| | Kolonisasi FMA (%) |
| 0 spora.tanaman ⁻¹ (kontrol) | 21,07 a |
| 10 spora.tanaman ⁻¹ | 23,84 a |
| 20 spora.tanaman ⁻¹ | 16,73 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji *DMRT* pada taraf 5%

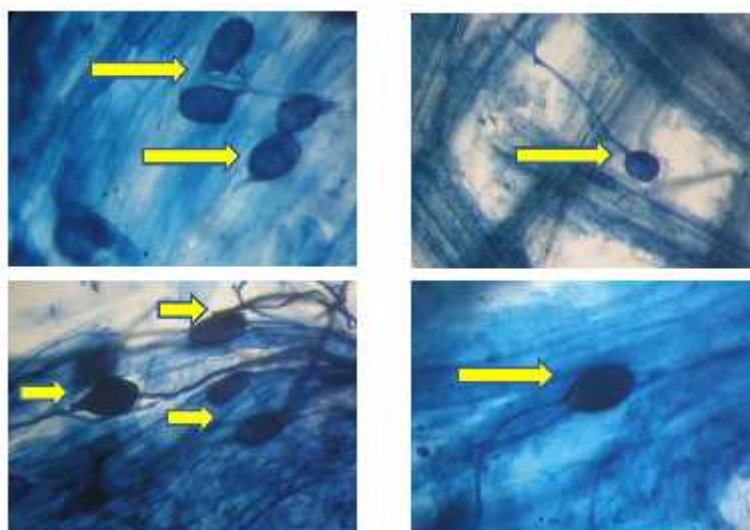
Secara umum mikoriza ditemukan berasosiasi dengan sekitar 80-90% jenis tumbuhan (Miyasaka *et al.*, 2003), dan bahkan 90-95% (Gupta & Routaray, 2004). FMA merupakan salah satu jenis fungi tanah yang memiliki tingkat penyebaran tinggi, karena kemampuannya bersimbiosis dengan hampir 90% jenis tanaman. Menurut Silva *et al.* (2015), hasil studi mengenai status mikoriza menyatakan bahwa pada sejumlah vegetasi lahan pasir pantai ditemukan mikoriza yang sebagian besar dari spesies *Acaulospora* dan *Glomus*. Delvian (2010), juga melaporkan status mikoriza pada tegakan hutan pantai Pulau Pandang Kabupaten Batubara, Sumatera Utara termasuk kategori tinggi (95% tanaman) dengan kisaran kolonisasi antara 8,9% - 68,5%. Selain itu, Rokhminarsi (2012), melaporkan pada lahan marjinal di wilayah Kabupaten Banyumas terdapat beberapa genus mikoriza seperti *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora* dan *Scutellospora*.

Inokulasi mikoriza yang tidak berpengaruh terhadap persentase kolonisasi FMA diduga disebabkan karena dosis spora mikoriza yang diberikan masih rendah, sehingga sulit berkompetisi dengan FMA indigenous dan juga dengan mikoriza yang sudah hidup dan bersimbiosis di dalam akar bibit lada. Basak *et al.* (2011), melaporkan bobot segar tajuk, akar, kandungan klorofil a, b dan klorofil total tanaman tomat yang ditanam pada tanah salin signifikan meningkat pada dosis mikoriza 50 dan 100 spora.tanaman⁻¹ dibandingkan pada dosis mikoriza 10 spora.tanaman⁻¹. Menurut Linderman (1992), perkecambahan spora jamur mikoriza yang diinokulasikan distimulasi oleh adanya eksudat akar. Hal tersebut menjadikan persaingan antar jenis mikoriza dalam memanfaatkan eksudat akar tanaman inang. Dengan demikian, maka efek sinergis antar jenis mikoriza akan terjadi secara optimal ketika populasi mikoriza seimbang dengan ketersediaan nutrisi pada akar yang dibutuhkan oleh mikoriza (Halim *et al.*, 2015). Kemampuan mikoriza untuk menginfeksi akar sangat dipengaruhi oleh karakteristik tumbuhan inang (Newsham *et al.*, 1995), kelimpahan eksudat akar (Isobe & Tsuboki, 2016) serta jenis mikoriza.

Uji kolonisasi FMA menunjukkan ada 2 jenis struktur FMA yaitu berupa hifa dan vesikula yang terbentuk di dalam sel akar tanaman lada baik pada tanaman kontrol maupun pada tanaman dengan perlakuan mikoriza (Gambar 1 dan 2). Ada 2 jenis hifa yang biasa terbentuk di dalam sel akar yang terkolonisasi oleh FMA yaitu hifa eksternal dan internal. Hifa eksternal disebut juga ektramatrikal hifa, adalah hifa yang berkembang di luar akar yaitu di dalam tanah. Biasanya hifa ini berada di lapisan terluar akar, sehingga tampak seolah-olah menempel pada akar. Sedangkan hifa internal adalah hifa yang terbentuk di dalam sel akar, baik di epidermis maupun korteks.



Gambar 1. Kolonisasi FMA berupa hifa pada akar lada perdu (Perbesaran 100x)



Gambar 2. Kolonisasi FMA berupa vesikula pada akar lada perdu (Perbesaran 100x)

Vesikula berfungsi sebagai organ penyimpan, berbentuk bulat lonjong dan selalu terhubung oleh hifa. Vesikula terdapat di dalam sel akar, akan tetapi untuk family Gigasporaceae tidak membentuk vesikula di dalam akar. Biasanya family Gigasporaceae ini membentuk organ

yang disebut sebagai *auxiliary cell* di luar akar di dalam tanah. Bentuknya tergantung pada jenis genusnya.

Inokulasi mikoriza tidak berpengaruh terhadap bobot kering tanaman lada, hal ini dapat disebabkan karena persentase kolonisasi FMA tidak berbeda nyata, sehingga tidak terjadi peningkatan serapan unsur hara. Hal tersebut dapat dilihat dari kandungan klorofil total yang tidak berbeda nyata (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh inokulasi mikoriza terhadap bobot kering tanaman (g) dan kandungan klorofil total (mg.l^{-1})

| Perlakuan dosis mikoriza | Variabel yang diamati | |
|---|--------------------------|---------------------------------------|
| | Bobot kering tanaman (g) | Klorofil total (mg.l^{-1}) |
| 0 spora.tanaman ⁻¹ (kontrol) | 3,94 a | 72,84 a |
| 10 spora.tanaman ⁻¹ | 3,78 a | 89,58 a |
| 20 spora.tanaman ⁻¹ | 4,22 a | 85,48 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji *DMRT* pada taraf 5%

Klorofil merupakan faktor internal tanaman yang mempengaruhi laju fotosintesis (Lawlor, 1987). Tinggi rendahnya kandungan klorofil mempengaruhi laju fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan, sehingga pada akhirnya akan berpengaruh pada bobot kering, karena bobot kering tanaman merupakan gambaran dari hasil fotosintesis.

Pemberian dosis pupuk kandang sapi yang berbeda tidak berpengaruh terhadap penambahan jumlah daun, jumlah ruas dan jumlah cabang tanaman lada (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap penambahan jumlah daun (helai), penambahan jumlah ruas (ruas) dan penambahan jumlah cabang (cabang)

| Perlakuan dosis pupuk kandang sapi | Variabel yang diamati | | |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|---------------|
| | jumlah daun | jumlah ruas | jumlah cabang |
| 5 kg.tanaman ⁻¹ | 7,44 a | 7,64 a | 3,11 a |
| 10 kg.tanaman ⁻¹ | 5,33 a | 5,39 a | 2,17 a |
| 15 kg.tanaman ⁻¹ | 6,47 a | 7,06 a | 2,44 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji *DMRT* pada taraf 5%

Hal tersebut disebabkan karena ketiga dosis pupuk kandang sapi masih dapat mencukupi kebutuhan unsur hara tanaman lada perdu sampai umur 4 bulan. Hal ini dapat dilihat dari kandungan klorofil total yang tidak berbeda nyata (Tabel 5). Kandungan hara mempengaruhi fotosintesis terutama

dengan cara mempengaruhi komponen-komponen tanaman yang berperan dalam fotosintesis, seperti klorofil yang mengandung nitrogen dan magnesium.

Tabel 5. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap kolonisasi FMA (%), bobot kering tanaman (g), dan kandungan klorofil total (mg.l^{-1})

| Perlakuan dosis pupuk kandang sapi | Variabel yang diamati | | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| | Kolonisasi FMA (%) | Bobot kering tanaman (g) | Klorofil total (mg.l^{-1}) |
| 5 kg.tanaman ⁻¹ | 14,62 a | 3,50 a | 89,20 a |
| 10 kg.tanaman ⁻¹ | 25,40 a | 4,61 a | 77,76 a |
| 15 kg.tanaman ⁻¹ | 21,62 a | 3,83 a | 80,94 a |

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji *DMRT* pada taraf 5%

Klorofil merupakan komponen kloroplas yang utama dan kandungan klorofil relatif berkorelasi positif dengan laju fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses penting untuk mempertahankan pertumbuhan dan perkembangan tanaman produksi (Rong-hua *et al.*, 2006).

Bobot kering tanaman mencerminkan pertumbuhan tanaman dan banyaknya unsur hara yang terserap per satuan bobot biomassa yang dihasilkan. Semakin berat bobot kering tanaman yang dihasilkan, pertumbuhan tanaman semakin baik dan unsur hara yang terserap tanaman semakin banyak. Namun bobot kering tanaman dari perlakuan ketiga dosis pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata. Hal tersebut disebabkan karena peningkatan dosis pupuk kandang sapi tidak dapat meningkatkan kandungan klorofil total tanaman. Semakin tinggi kandungan klorofil maka laju fotosintesis akan semakin meningkat. Peningkatan laju fotosintesis diikuti oleh peningkatan hasil fotosintat untuk pembentukan struktur tanaman. Pembentukan struktur tanaman seperti daun, batang dan akar menjadikan bobot kering tanaman meningkat.

KESIMPULAN

Inokulasi mikoriza (10 dan 20 spora.tanaman⁻¹) tidak berpengaruh terhadap penambahan jumlah daun, ruas dan cabang, persentase kolonisasi mikoriza, kandungan klorofil total dan bobot kering tanaman lada di bawah tegakan kelapa lahan pasir pantai. Pemberian dosis pupuk kandang sapi yang berbeda (5, 10 dan 15 kg.tanaman⁻¹) menunjukkan respon yang sama pada penambahan jumlah daun, ruas dan cabang, persentase kolonisasi mikoriza, kandungan klorofil total dan bobot kering tanaman lada. Tidak terjadi interaksi antara dosis mikoriza dan pupuk kandang sapi terhadap semua variabel pengamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, antara lain: DRPM Ditjen Penguatan Risbang Kemristekdikti, Kopertis Wilayah VI Jawa Tengah, dan LPPM UMNU Kebumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Karaki, G., McMichael, B., & Zak, J. (2004). Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza*, 14, 263–269.
- Atmojo, S. W. (2003). Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Basak, H., Demir, K., Kasim, R., & Okay, F. Y. (2011). The effect of endo-mycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seedling grown under saline conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 6(11), 2532–2538.
- Cahyani, V. R. (2009). Pengaruh beberapa metode sterilisasi tanah terhadap status hara, populasi mikrobiota, potensi infeksi mikorisa dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Ilmiah Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 6(1), 43–52.
- Charoulis, A., Karyotis, T., & Mitsios, J. (2005). Communications in Soil Science and Plant Analysis Incubation Experiments on Net Nitrogen Mineralization in Organic Greek Soils. *Communications in Soil and Plant Analysis*, 36, 231–240.
- Delvian. (2010). Keberadaan Cendawan Mikoriza Arbuskula di Hutan Pantai Berdasarkan Gradien Salinitas. *Jurnal ILMU DASAR*, 11(2), 133–142.
- Gupta, N., & Routaray, S. (2004). The Mycorrhiza Network and the Centre for Mycorrhizal Effect of soil pH on mycorrhiza in agricultural crops. *Mycorrhiza News*, 16(3), 14–20.
- Hale, M. G., & Orcutt, D. M. (1987). *The physiology of plants under stress*. Cichester, UK: John Wiley & Sons.
- Halim, Arma, M. J., Rembon, F. S., & Resman. (2015). Impact of Mycorrhiza Fungi from Grassland Rhizosphere and Liquid Organic Fertilizer to the Growth and Yield of Sweet Corn on Ultisols in South Konawe , Indonesia. *Agriculture, Forestry and Fisheris*, 4(5), 209–215.
- Isobe, K., & Tsuboki, Y. (2016). Relationship between the Amount of Root Exudate and the Infection Rate of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Gramineous and Leguminous Crops Relationship between the Amount of Root Exudate and the Infection Rate of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Gramineous. *Plant Production Science*, 1(1), 37–38.
- Kartika, E., Lizawati, & Hamzah. (2012). Isolasi, identifikasi dan pemurnian cendawan mikoriza arbuskular (cma) dari tanah bekas tambang batu bara. *Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jambi*, 1(4), 1–11.
- Lawlor, D. W. (1987). *Photosynthesis: metabolism, control, and physiology*. The University of California: Longman.
- Levitt, J. (1980). *Responses of Plants to Environmental Stresses: Water, radiation, salt, and other*

- stresses. The University of California: Academic Press.
- Linderman, R. G. (1992). Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*, (54), 45–70.
- McGonigle, T. P., Miller, M. H., Evans, D. G., Fairchild, G. L., & Swan, J. A. (1990). A New Method which Gives an Objective Measure of Colonization of Roots by Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *New Phytologist*, 115(3), 495–501.
- Miyasaka, S. C., Habte, M., Friday, J. B., & Johnson, E. V. (2003). Manual on Arbuscular Mycorrhizal Fungus Production and Inoculation Techniques. *College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR)*, 5, 1–4.
- Newsham, K. K., Fitter, A. H., & Watkinson, A. R. (1995). Multi-functionality and biodiversity in arbuscular mycorrhizas. *Tree*, 10(10), 407–411.
- Phillips, J. M., & Hayman, D. S. (1970). Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55, 158–161.
- Purnomo, D. (2007). Kebutuhan pangan, ketersediaan lahan pertanian dan potensi tanaman. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Rokhminarsi, E., Begananda, & Utami, D. S. (2012). Identifikasi Mikoriza Spesifik Lokasi Lahan Marjinal Sebagai Pupuk Hayati dalam Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Agritrop*, 10(1), 12–19.
- Rokhminarsi, E., Hartati, & Suwandi. (2007). Pertumbuhan dan Hasil Tomat Ceri pada Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza, Azolla serta Pengurangan Pupuk N dan P. *Jurnal Penelitian dan Informasi Pertanian Agrin*, 11(2), 92–102.
- Rong-hua, L., Pei-guo, G., Baum, M., Grando, S., & Ceccarelli, S. (2006). Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of Drought Tolerance in Barley. *Agricultural Science in China*, 5(10), 751–757.
- Silva, D. K. A., Coutinho, F. P., Escobar, I. E. C., Souza, R. G., Oehl, F., Silva, G. A., ... Maia, L. C. (2015). The community of arbuscular mycorrhizal fungi in natural and revegetated coastal areas (Atlantic Forest) in northeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 24(9), 2213–2226.
- Soelaiman, M. Z., & Hirata, H. (1995). Effects of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in paddy fields on rice growth and N, P, K nutrition under different water regimes. *Soil Science and Plant Nutrition*, 41(3), 505–514.
- Syukur, A. (2005). Pengaruh pemberian bahan organik terhadap sifat-sifat tanah dan pertumbuhan caisin di tanah pasir pantai. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 5(1), 30–38.
- Wahid, P. (1996). *Tanaman lada: monograf* (1st ed.). Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.